

526,306

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. April 2004 (15.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/031570 A1(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F02M 61/18**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/001350

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. April 2003 (25.04.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 45 573.2 27. September 2002 (27.09.2002) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).Markus [DE/DE]; Tannenbergr. 77, 70374 Stuttgart
(DE). **MATTES, Patrick** [DE/DE]; An der Bettele-
iche 33D, 70569 Stuttgart (DE). **TESCHNER, Werner**
[DE/DE]; Bernsteinstr. 24, 70619 Stuttgart (DE).
CHRIST, Wilhelm [DE/DE]; Frankfurter Str. 29, 71634
Ludwigsburg (DE). **BOECKING, Friedrich** [DE/DE];
Kahlhieb 34, 70499 Stuttgart (DE).(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **OHNMACHT,**

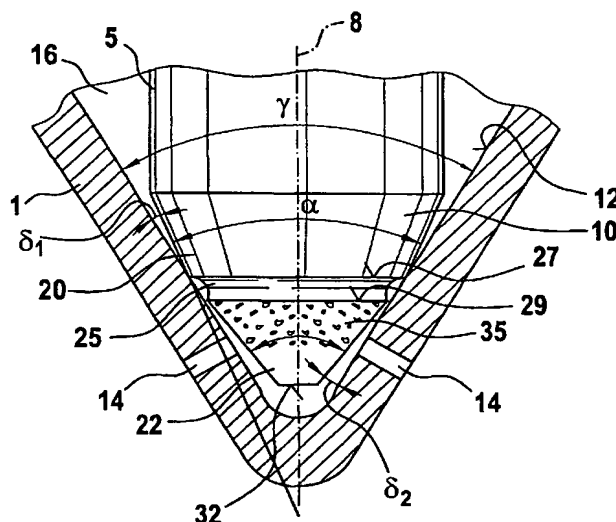
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL INJECTION VALVE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

(54) Bezeichnung: KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTIL FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN



(57) Abstract: The invention relates to a fuel injection valve for internal combustion engines with a valve body (1), in which a drilling (3) is embodied, defined at the combustion chamber end thereof by a conical valve seat (12). A piston-like valve needle (5) is arranged in the drilling (3), such as to be longitudinally displaced, which comprises a valve sealing surface (10) at the combustion chamber end thereof which has two conical surfaces (20; 22). The second conical surface (22) is arranged on the combustion chamber side of the first conical surface (20) and an annular groove (25) runs between the conical surfaces (20; 22) the edge thereof facing away from the combustion chamber acting as a sealing edge (27) on location of the valve sealing surface (10) on the valve seat (12). Recesses are embodied on the valve seat (12) and/or on the valve sealing surface (10), hydraulically connecting the annular groove (25) with a section between the valve seat (12) and valve sealing surface (10) on the combustion chamber side of the annular groove (25).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BEST AVAILABLE COPY

WO 2004/031570 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Ventilkörper (1), in dem eine Bohrung (3) ausgebildet ist, die an ihrem brennraumseitigen Ende von einem konischen Ventilsitz (12) begrenzt wird. In der Bohrung (3) ist eine kolbenförmige Ventilnadel (5) längsverschiebbar angeordnet, die an ihrem brennraumseitigen Ende eine Ventildichtfläche (10) aufweist, die zwei Konusflächen (20; 22) umfasst. Hierbei ist die zweite Konusfläche (22) brennraumseitig zur ersten Konusfläche (20) angeordnet, und zwischen den Konusflächen (20; 22) verläuft eine Ringnut (25), deren brennraumabgewandte Kante bei Anlage der Ventildichtfläche (10) am Ventilsitz (12) als Dichtkante (27) wirkt. Am Ventilsitz (12) und/oder an der Ventildichtfläche (10) sind Ausnehmungen (35) ausgebildet, die die Ringnut (25) mit einem brennraumseitig zur Ringnut (25) gelegenen Abschnitt zwischen Ventilsitz (12) und Ventildichtfläche (10) hydraulisch verbinden.

5

Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen

Stand der Technik

- 10 Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzventil für
Brennkraftmaschinen aus, wie es aus dem Stand der Technik
bekannt ist. So zeigt beispielsweise die WO 96/19661 ein
Kraftstoffeinspritzventil mit einem Ventilkörper, in dem ei-
ne Bohrung ausgebildet ist, die an ihrem brennraumseitigen
15 Ende von einem konischen Ventilsitz begrenzt wird. In der
Bohrung ist eine kolbenförmige Ventilnadel längsverschiebbar
angeordnet, die an ihrem brennraumseitigen Ende eine im we-
sentlichen konische Ventildichtfläche aufweist. Die Ventil-
dichtfläche unterteilt sich dabei in zwei Konusflächen, die
20 voneinander durch eine Ringnut getrennt sind. Die Öffnungs-
winkel der beiden Konusflächen und der Öffnungswinkel des
konischen Ventilsitzes sind hierbei so aufeinander abge-
stimmt, dass bei Anlage der Ventilnadel am Ventilsitz die
Kante, die am Übergang der Ringnut zur ersten Konusfläche
25 ausgebildet ist, am Ventilsitz zur Anlage kommt und als
Dichtkante dient, um den Kraftstoffzufluss zu wenigstens ei-
ner Einspritzöffnung zu steuern, die vom Ventilsitz abgeht
und in den Brennraum der Brennkraftmaschine mündet.
- 30 Die zweite Kante der Ringnut, die neben der Dichtkante die
Ringnut begrenzt und am Übergang zur zweiten Konusfläche an
der Ventildichtfläche ausgebildet ist, ist in Schließstel-
lung der Ventilnadel, d.h. wenn die Ventilnadel mit ihrer
Dichtkante am Ventilsitz zur Anlage kommt, vom Ventilsitz
35 beabstandet. Die Ventilnadel wird durch eine Schließkraft in

5 ihrer Schließstellung gehalten, indem auf ihr brennraumabge-
wandtes Ende eine Schließkraft wirkt, die die Ventilnadel
gegen den Ventilsitz drückt. Damit die Ventilnadel die Ein-
spritzöffnungen freigibt, muss eine hydraulische Gegenkraft
10 auf die Ventiladel wirken, die die Schließkraft übersteigt.
Bei einem entsprechenden Druck im Druckraum, der zwischen
der Ventilnadel und der Wand der Bohrung ausgebildet ist,
ergibt sich eine entsprechende hydraulische Kraft unter an-
derem auf Teile der Ventildichtfläche, was eine entsprechen-
15 de, der Schließkraft entgegengerichtete Öffnungskraft er-
zeugt. Hebt die Ventilnadel nun vom Ventilsitz ab, so strömt
Kraftstoff aus dem Druckraum zu den Einspritzöffnungen zw-
ischen dem Ventilsitz und der Ventildichtfläche hindurch.

20 Im Teilhubbereich, also bevor die Ventilnadel ihren maxima-
len Öffnungshub erreicht hat, tritt das Problem auf, dass
durch den einströmenden Kraftstoff, der unter hohem Druck im
Druckraum vorherrscht, auch der Druck in der Ringnut an-
steigt. Ein Weiterfluss zu den Einspritzöffnungen ist vor-
25 erst nur gedrosselt möglich, da der Spalt zwischen der zwei-
ten Kante der Ringnut und dem Ventilsitz für eine entspre-
chende Drosselung sorgt, insbesondere dann, wenn sich im
Laufe des Gebrauchs der Abstand zwischen der zweiten Kante
und dem Ventilsitz durch den Verschleiß immer weiter verrin-
30 gert oder in Schließstellung der Ventilnadel sogar völlig
verschwindet. Durch diesen erhöhten Druck in der Ringnut er-
gibt sich eine zusätzliche Öffnungskraft auf die Ventilna-
del, die anfänglich nicht vorhanden ist und die Öffnungsge-
schwindigkeit und damit auch den Zeitpunkt ändert, bei dem
35 die Ventilnadel ihre maximale Öffnung erreicht. So ändert
sich mit der Zeit die Öffnungsdynamik der Ventilnadel und
damit auch die eingespritzte Kraftstoffmenge. Für eine prä-
zise Kraftstoffeinspritzung, wie sie bei schnelllaufenden,
selbstzündenden Brennkraftmaschinen notwendig ist, führt
diese Veränderung in der Öffnungsdynamik dazu, dass bezüg-

lich der Schadstoffemissionen und des Kraftstoffverbrauchs nicht mehr die optimale Einspritzung gewährleistet ist.

Vorteile der Erfindung

5

10

15

20

25

30

Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass die Öffnungsdynamik der Ventilnadel über die gesamte Lebensdauer konstant bleibt. Hierzu sind an der Ventildichtfläche Ausnehmungen ausgebildet, die die Ringnut mit einem brennraumseitig zur Ringnut gelegenen Abschnitt der zweiten Konusfläche hydraulisch verbinden. Im Teilhubbereich der Ventilnadel kann sich deshalb kein zusätzlicher Kraftstoffdruck in der Ringnut aufbauen, da der Kraftstoff durch die Ausnehmungen in den Raum abgeleitet wird, der zwischen dem Ventilsitz und der zweiten Konusfläche ausgebildet ist. Dieser Raum ist wiederum über die Einspritzöffnungen mit dem Brennraum verbunden, so dass eine zuverlässige Druckentlastung der Ringnut im Teilhubbereich gewährleistet ist. Erst bei Erreichen des Maximalhubs strömt der Kraftstoff aus dem Druckraum auch in diese Bereiche der Ventildichtfläche und sorgt für den entsprechenden Druckanstieg, um den Kraftstoff unter hohem Druck in den Brennraum einzuspritzen.

Durch die Ausbildungen gemäß den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung möglich.

In einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung ist die Struktur als eine Aufrauhung auf der Ventildichtfläche ausgebildet. Die Aufrauhung schließt sich dabei unmittelbar an die Ringnut an und ist somit auf der zweiten Konusfläche angeordnet. Eine solche Aufrauhung lässt sich in einfacher Art

und Weise entweder mit einem Laser oder einem Ätzverfahren herstellen.

5 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind die Aus-
nehmungen als eine Vielzahl von Nuten ausgebildet. Durch ei-
nen entsprechenden Gesamtquerschnitt der Nuten lässt sich
ein entsprechender Querschnitt herstellen, bei dem eine
Druckentlastung der Ringnut sichergestellt ist. Diese Nuten
10 können auf verschiedene Art und Weise in vorteilhafter Art
und Weise ausgebildet sein. Besonders vorteilhaft ist es,
wenn die Nuten als Mikronuten ausgebildet sind, deren Tiefe
weniger als 50 µm beträgt. Durch entsprechend flache Mikro-
nuten ist die Stabilität der Ventilnadel im Bereich des Ven-
tilsitzes nicht beeinträchtigt, und über die Anzahl der Nu-
15 ten lässt sich trotzdem ein entsprechender Querschnitt her-
stellen, der für eine Druckentlastung der Ringnut ausrei-
chend ist. Besonders vorteilhaft ist hierbei, wenn die Tiefe
der Nuten größer ist als deren Breite, da sich dann die Flä-
che bei gleichem Durchflussquerschnitt erhöht, mit der die
20 Ventilnadel auf dem Ventilsitz aufsitzen kann. Dies vermin-
dert den Verschleiß im Bereich des Ventilsitzes und erhöht
somit die Lebensdauer des Kraftstoffeinspritzventils.

25 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die struk-
turierte Fläche durch Nuten gebildet, deren brennraumabge-
wandtes Ende innerhalb der Ringnut liegt. Solche Nuten brin-
gen den Vorteil, dass sie sich einfacher einbringen lassen.
Beginnt die Ringnut genau an der zweiten Kante der Ringnut,
so ist es beim Herstellungsprozess nicht immer möglich, den
30 Anfang der Nut exakt auf die zweite Kante zu setzen. Beginnt
die Ringnut jedoch innerhalb der Ringnut, so spielt die ge-
naue Position des brennraumseitigen Endes der Nuten keine
Rolle.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind die Ausnehmungen als eine Vielzahl von Nuten ausgebildet, die S-förmig gebogen sind. Derart gestaltete Nuten haben den Vorteil, dass sie sich schneller und damit günstiger herstellen lassen. Bei einer Herstellung durch einen Laserprozess muss die Nadel entsprechend gedreht werden, damit die Laservorrichtung die Nut an die richtige Stelle der Ventildichtfläche einbringt. Hierzu wird die Ventilnadel um einen bestimmten Winkel um ihre Längsachse gedreht, verharzt in dieser Stellung, bis durch den Laser die Nut eingebracht ist, und dreht sich sodann weiter. Bei S-förmig gebogenen Nuten ist es jedoch möglich, die Ventilnadel kontinuierlich zu drehen, so dass bei der Bewegung des Lasers entlang der Längsachse der Ventilnadel eine gebogene Nut entsteht.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ändert sich die Breite der Nuten von ihrem brennraumabgewandten Ende zum Ende, das dem Brennraum zugewandt ist. Besonders vorteilhaft ist hierbei, wenn die Breite in dieser Richtung abnimmt. Hierdurch erhält man eine rasche Ableitung des Kraftstoffs aus der Ringnut und eine entsprechende Verringerung der Drosselung an der zweiten Kante der Ringnut, wobei durch den abnehmenden Querschnitt der Nuten zu den Einspritzöffnungen hin die Strömungsverhältnisse zwischen dem Ventilsitz und der Ventildichtfläche zumindest näherungsweise wieder denen der bekannten Kraftstoffeinspritzventile entsprechen, so dass sich auch identische Einstrombedingungen in die Einspritzöffnungen ergeben.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind die Ausnehmungen als Flächenanschliffe ausgebildet, die auf der zweiten Konusfläche ausgebildet sind. Solche Flächenanschliffe sind mit wenig Aufwand herstellbar, so dass eine kostengünstige Fertigung möglich ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung schließt sich an den konischen Ventilsitz brennraumzugewandt ein Sackvolumen an, von dem die wenigstens eine Einspritzöffnung abgeht. In vorteilhafter Weise verlaufen die Nuten so weit in Richtung des Brennraums, dass sie wenigstens bis zur Übergangskante zwischen dem konischen Ventilsitz und dem Sackvolumen reichen. Hierdurch wird neben einer Druckentlastung der Ringnut auch der Vorteil erreicht, dass die Drosselung an der Übergangskante verringert wird und so der Kraftstoff mit weniger Verlusten in das Sackvolumen einströmen kann.

Ein weiteres erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 16 weist denselben Vorteil auf wie das Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1. Hier sind die Ausnehmungen jedoch am Ventilsitz ausgebildet, welche Ausnehmungen die Ringnut mit einem brennraumseitig zur Ringnut gelegenen Abschnitt des Ventilsitzes hydraulisch verbinden. Hydraulisch wirken diese Ausnehmungen gleich, so dass auch hier ein Druckaufbau in der Ringnut bei Teilhub der Ventilnadel verhindert wird.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes von Anspruch 16 verlaufen die Nuten zwischen den Einspritzöffnungen, die hier vom Ventilsitz ausgehen. Hierdurch werden die Einlaufbedingungen in die Einspritzöffnungen nicht verändert gegenüber den bisher gebräuchlichen Einspritzventilen, so dass hier keine Anpassung stattfinden muss. Es kann aber auch vorteilhaft sein, die Nuten für einen gleichmäßigen Einlauf des Kraftstoffs in die Einspritzöffnungen zu nutzen. Hierzu verlaufen die Nuten über die Einspritzöffnungen, so dass der gleichmäßige Kraftstoffzulauf nicht durch eine eventuelle leichte Schiefstellung der Ventilnadel beeinträchtigt wird.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Ausnehmungen mit einem Laserverfahren hergestellt wird, da hiermit in wirtschaftlicher Art und Weise nahezu beliebig strukturierte Flächen ausgebildet werden können, die sich mit mechanischen Bearbeitungsverfahren nicht oder nur mit erheblich größerem Aufwand herstellen lassen.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind der Beschreibung und der Zeichnung entnehmbar.

Zeichnung

In der Zeichnung ist ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil dargestellt. Es zeigt

Figur 1 einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil,

Figur 2 eine Vergrößerung des mit A bezeichneten Ausschnitts von Figur 1,

Figur 3 denselben Ausschnitt wie Figur 2 eines weiteren Ausführungsbeispiels,

Figur 4a und

Figur 4b zeigen einen Querschnitt durch einen Teil der Ventalnadel im Bereich einer Nut,

Figur 5,

Figur 6 und

Figur 7 denselben Ausschnitt wie Figur 2 weiterer Ausführungsbeispiele,

Figur 8 denselben Ausschnitt wie Figur 2 eines weiteren Ausführungsbeispiels,

Figur 9 nochmals den gleichen Ausschnitt wie Figur 2, jedoch ist der Ventilkörper hier an seinem brennraumseitigen Ende leicht abgewandelt zu der in Figur 1 gezeigten Ausgestaltung dargestellt,

- Figur 10 eine Vergrößerung des mit A bezeichneten Ausschnitts von Figur 1 eines weiteren Ausführungsbeispiels,
- Figur 11 einen Querschnitt durch das in Figur 10 gezeigte Kraftstoffeinspritzventil entlang der Linie B-B,
- Figur 12 denselben Ausschnitt wie Figur 10 eines weiteren Ausführungsbeispiels,
- Figur 13 eine perspektivische Ansicht des in Figur 12 gezeigten Ausführungsbeispiels, wobei die Ventilmadel weggelassen wurde, und
- Figur 14 dieselbe Ansicht wie Figur 9 eines weiteren Ausführungsbeispiels.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil im Längsschnitt. In einem Ventilkörper 1 ist eine Bohrung 3 ausgebildet, die an ihrem brennraumseitigen Ende von einem konischen Ventilsitz 12 begrenzt wird. Vom Ventilsitz 12 geht wenigstens eine Einspritzöffnung 14 ab, die in Einbaulage des Kraftstoffeinspritzventils in den Brennraum der Brennkraftmaschine mündet. In der Bohrung 3 ist eine kolbenförmige Ventilmadel 5 längsverschiebbar angeordnet, die mit einem geführten Abschnitt 105 in einem Führungsabschnitt 103 der Bohrung 3 geführt ist. Ausgehend vom geführten Abschnitt 105 der Ventilmadel 5 verzüngt sich die Ventilmadel 5 dem Ventilsitz 12 zu unter Bildung einer Druckschulter 7 und geht an ihrem brennraumseitigen Ende in eine Ventildichtfläche 10 über. In ihrer Schließstellung liegt die Ventilmadel 5 mit der Ventildichtfläche 10 am Ventilsitz 12 auf und verschließt so die Einspritzöffnungen 11 gegen einen zwischen der Ventilmadel 5 und der Wand der Bohrung 3 ausgebildeten Druckraum 16. Der Druckraum 16 ist auf Höhe der Druckschulter 7 radial erweitert, und in die radiale Erweiterung des Druckraums 16 mündet ein im Ventilkörper 1 verlaufender Zu-

laufkanal 18, über den der Druckraum 16 mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllt werden kann.

Am brennraumabgewandten Ende wird die Ventilnadel 5 von einer konstanten oder variablen Schließkraft in Richtung des Ventilsitzes 12 beaufschlagt. Eine entsprechende Vorrichtung ist beispielsweise eine Feder oder eine Vorrichtung, die die Schließkraft hydraulisch erzeugt. Durch eine Längsbewegung der Ventilnadel 5 entgegen der Schließkraft wird ein Spalt zwischen der Ventildichtfläche 10 und dem Ventilsitz 12 aufgesteuert, so dass Kraftstoff aus dem Druckraum 16 den Einspritzöffnungen 14 zufließen kann und von dort in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Die entsprechende Öffnungskraft, die der Schließkraft entgegengerichtet ist, wird hierbei durch die hydraulische Kraft auf Teile der Ventildichtfläche 10 und die Druckschulter 7 erzeugt. Durch einen variablen Druck im Druckraum 16 oder durch eine Änderung der Schließkraft auf die Ventilnadel 5 lässt sich das Verhältnis von Öffnungs- und Schließkraft ändern und so die Ventilnadel 5 in der Bohrung 3 bewegen.

Figur 2 zeigt eine Vergrößerung von Figur 1 im mit A bezeichneten Ausschnitt. Die Ventildichtfläche 10 umfasst eine erste Konusfläche 20 und eine zweite Konusfläche 22, wobei die zweite Konusfläche 22 brennraumzugewandt zur ersten Konusfläche 20 ausgebildet ist. Zwischen der ersten Konusfläche 20 und der zweiten Konusfläche 22 ist eine Ringnut 25 ausgebildet, wobei am Übergang der ersten Konusfläche 20 zur Ringnut 25 eine Dichtkante 27 und am Übergang der Ringnut 25 zur zweiten Konusfläche 22 eine zweite Kante 29 ausgebildet ist. Der Öffnungswinkel α der ersten Konusfläche 20 ist kleiner als der Öffnungswinkel γ des konischen Ventilsitzes 12, so dass zwischen der ersten Konusfläche 20 und dem Ventilsitz 12 ein Differenzwinkel δ_1 ausgebildet ist. Der Öffnungswinkel β der zweiten Konusfläche 22 ist größer als der

Öffnungswinkel γ des Ventilsitzes 12, so dass zwischen der zweiten Konusfläche 22 und dem Ventilsitz 12 ein Differenzwinkel δ_2 ausgebildet ist. Vorzugsweise ist hierbei der Differenzwinkel δ_1 kleiner als der Differenzwinkel δ_2 . Durch diese Ausbildung der konischen Flächen 20, 22 und des konischen Ventilsitzes 12 wirkt die Ventildichtfläche 10 so mit dem Ventilsitz 12 zusammen, dass bei Anlage der Ventalnadel 5 am Ventilsitz 12 die Ventildichtfläche im Bereich der Dichtkante 27 am Ventilsitz 12 aufliegt. Dadurch erhält man in diesem Bereich eine relativ hohe Flächenpressung, was eine sichere Abdichtung des Druckraums 16 bezüglich der Einspritzöffnungen 14 ermöglicht. Die zweite Kante 29 der Ringnut 25 liegt zumindest im Neuzustand des Kraftstoffeinspritzventils nicht am Ventilsitz 12 an, jedoch kann sich dieser Abstand im Verlauf des Betriebes durch entsprechenden Verschleiß verringern und schließlich dazu führen, dass in Schließstellung der Ventalnadel 5 auch die zweite Kante 29 am Ventilsitz 12 aufliegt. An der zweiten Konusfläche 22 und direkt angrenzend an die Ringnut 25 sind Ausnehmungen 35 ausgebildet, die eine hydraulische Verbindung zwischen der Ringnut 25 und dem Raum herstellt, der zwischen der zweiten Konusfläche 22 und dem Ventilsitz 12 gebildet ist.

Zu Beginn der Öffnungshubbewegung der Ventalnadel 5 liegt im Druckraum 16 ein hoher Druck an, der die erste Konusfläche 20 beaufschlagt, was einen Teil der Öffnungskraft auf die Ventalnadel 5 bewirkt. Unmittelbar nach dem Abheben der Ventalnadel 5 vom Ventilsitz 12 wird zwischen der Dichtkante 27 und dem Ventilsitz 12 ein Spalt aufgesteuert, durch den Kraftstoff unter hohem Druck aus dem Druckraum 16 in die Ringnut 25 einströmt, die vorher drucklos gewesen ist, so dass dort der Kraftstoffdruck ansteigt. Zwischen der zweiten Kante 29 und dem Ventilsitz 12 ist zwar erst ein geringer Ringspalt aufgesteuert, jedoch ist durch die Ausnehmungen 35 ein weiterer Durchflussquerschnitt vorhanden, so dass der

Kraftstoff aus der Ringnut 25 rasch abgeleitet wird und der Druckanstieg dort nur gering ausfällt. Erst bei der weiteren Öffnungshubbewegung, wenn zwischen der Dichtkante 27 und dem Ventilsitz 12 und entsprechend auch zwischen der zweiten Kante 29 und dem Ventilsitz 12 ein relativ großer Spalt auf-
5 gesteuert ist, fließt viel Kraftstoff unter hohem Druck aus dem Druckraum 16 den Einspritzöffnungen 14 zu, so dass jetzt auch in der Ringnut 25 ein entsprechend hoher Kraftstoffdruck herrscht. Die strukturierte Fläche 35 spielt zu diesem
10 Zeitpunkt, zu dem die Ventilnadel 5 ihren maximalen Öffnungshub durchfahren hat, für die Strömungsverhältnisse keine entscheidende Rolle mehr. Zu Beginn der Öffnungshubbewegung unterbleibt durch die Ausnehmungen 35 die hydraulische Kraft durch den Druckanstieg in der Ringnut 25, so dass die
15 Öffnungskraft allein durch die hydraulisch wirksame Fläche der ersten Konusfläche 10 bestimmt wird. Der maximale Öffnungshub der Ventilnadel 5 beträgt in der Regel nicht mehr als 0,2 mm.

20 Die Ausnehmungen 35 beim in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel lassen sich beispielsweise durch Ätzen herstellen oder durch das Einbringen der Ausnehmungen 35 mittels eines Lasers, so dass eine hydraulische Verbindung der Ringnut 25 mit dem brennraumseitig zur Ringnut gelegenen zweiten Ab-
25 schnitt der zweiten Konusfläche 22 hergestellt wird.

In Figur 3 ist derselbe Ausschnitt wie in Figur 2 eines anderen Ausführungsbeispiels dargestellt. Die Ausnehmungen 35 bestehen hier aus einer Vielzahl von Nuten 38, deren brennraumabgewandtes Ende mit der zweiten Kante 29 zusammenfällt und die bis zu einem brennraumseitig zur Ringnut 25 gelegenen Abschnitt der zweiten Konusfläche 22 reichen. Durch die
30 Nuten 38 wird bei einer entsprechenden Tiefe ein ausreichender Querschnitt zur Verfügung gestellt, der zu einer hydraulischen Entlastung der Ringnut 25 im Teilhubbereich führt.
35

Wie weit die Nuten 38 auf der zweiten Konusfläche 22 in Richtung des Brennraums reichen, bestimmt sich durch den Differenzwinkel δ_2 und die Lage der Einspritzöffnungen 14. Hier sind die Nuten 38 reichen die Nuten 38 soweit, dass sie über die Einspritzöffnungen 11 hinausgehen. Die Nuten 38 sind vorzugsweise mikrostrukturiert hergestellt, das heißt, dass sie eine Tiefe von vorzugsweise weniger als 50 μm aufweisen. Die Breite der Nuten 38, die in Figur 4a nochmals in einem Querschnitt der Ventalnadel 5 dargestellt sind, beträgt vorzugsweise 5 μm bis 50 μm . Um möglichst wenig Material von der zweiten Kante 29 durch die Ausbildung der Nuten 38 zu entfernen und damit die Fläche zu verringern, mit der die Ventalnadel 5 im Bereich der zweiten Kante 29 am Ventil-
sitz 12 aufliegt, können die Nuten 38 mit einem Verhältnis von Breite b zu Tiefe t hergestellt werden, bei der die Tiefe t das ein- bis zehnfache der Breite b beträgt. Hierdurch erreicht man eine minimale Reduzierung der Fläche im Bereich der zweiten Kante 29 unter Beibehaltung des Durchflussquerschnitts, der ausreichend ist, den Druckanstieg in der Ringnut 25 im Teilhubbereich zu unterbinden. Neben einem rechteckigen Querschnitt, wie es Figur 4a zeigt, ist es beispielsweise auch möglich, die Nuten 38 mit einem im wesentlichen halbkreisförmigen Querschnitt herzustellen, wie es Figur 4b zeigt. Je nach verwendeter Herstellungsmethode ist im allgemeinen ein bestimmter Querschnitt leichter herstellbar als ein anderer, so dass der für den Herstellungsprozess jeweils günstigste ausgewählt werden kann.

Figur 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, wobei derselbe Ausschnitt wie in Figur 3 dargestellt ist. Das brennraumabgewandte Ende der Nuten 38 liegt hier innerhalb der Ringnut 25, und die Nuten 38 verlaufen entlang der Mantellinien der zweiten Konusfläche 22. Die Ausbildung derartiger Nuten 38 ist insofern vorteilhaft, als es fertigungstechnisch schwierig ist, das brennraumabgewandte Ende der Nuten

38 so auszubilden, dass es genau mit der zweiten Kante 29 zusammenfällt. Durch die Ausbildung des brennraumseitigen Endes der Nuten 38 näherungsweise in der Mitte der Ringnut 25, wobei die Nuten 38 über die zweite Kante 29 hinweglaufen, ist eine problemlose Fertigung der Nuten 38 gewährleistet.

Figur 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, wobei derselbe Ausschnitt wie in Figur 3 gezeigt ist. Die linke Hälfte der Figur 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Nuten 38 geschwungen C- oder S-förmige ausgebildet sind. Eine solche Form der Nuten 38 ist insofern vorteilhaft, als sich beim Herstellungsprozess mittels eines Lasers der Laserstrahl bei ruhender Ventilnadel 5 entlang der Mantellinien der zweiten Konusfläche 22 bewegt. Zur Ausbildung von geraden Nuten 38 muss folglich die Ventilnadel 5 ruhig gehalten werden, solange der Laserstrahl 5 die Nut 38 einbringt. Dieser Herstellungsprozess lässt sich beschleunigen, wenn die Ventilnadel 5 kontinuierlich gedreht wird und der Laser hierbei seine Bewegung vollführt, was eine Beschleunigung des Herstellungsvorgangs ermöglicht. Die so entstehenden Nuten 38 sind gebogen, erfüllen aber genauso ihren Zweck, den Druckanstieg in der Ringnut 25 zu verhindern. Die rechte Hälfte der Figur 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei dem die Nuten 38 abwechselnd eine unterschiedliche Länge aufweisen. Da die Drosselung im wesentlichen an der zweiten Kante 29 und im unmittelbaren Bereich der zweiten Konusfläche 22 verhindert werden soll, ist ein großer Querschnitt der Nuten 38 in diesem Bereich erforderlich. In den brennraumnäher liegenden Abschnitten der zweiten Konusfläche 22 ist eine Entlastung durch die Nuten 38 nicht mehr in dem Maße möglich, so dass hier wenige Nuten 38 genügen.

In Figur 7 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel dargestellt, wobei wiederum derselbe Ausschnitt wie in Figur 3 darge-

stellt ist. Die linke Hälfte der Figur 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Nuten 38 eine konstante Breite aufweisen und bis zum brennraumseitigen Ende, d.h. bis zur Endfläche 32 reichen. Je nach Lage der Einspritzöffnungen 14 und der Größe des Differenzwinkels δ_2 bietet eine solche Ausführung eine bessere Entdrosselung der Ringnut 25. Die rechte Hälfte der Figur 7 stellt ein weiteres Ausführungsbeispiel dar, bei dem die Nuten 38 eine nicht konstante Breite aufweisen. Am brennraumabgewandten Ende, also im Bereich der Ringnut 25 und der zweiten Kante 29, ist eine größere Breite vorhanden als am brennraumseitigen Ende der Nuten 38, was eine gute Entdrosselung der Ringnut 25 sicherstellt. Alternativ dazu kann es auch vorgesehen sein, dass die Nuten 38 eine nicht konstante Tiefe aufweisen, wobei sich die größte Tiefe im Bereich der Ringnut 25 bzw. an der zweiten Kante 29 befindet und sich die Tiefe der Nuten 38 zu ihrem brennraumseitigen Ende hin kontinuierlich verringert.

In Figur 8 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel dargestellt, wobei die Ausnehmungen 35 als Flächenanschliffe 37 ausgebildet sind. Figur 8a zeigt eine Draufsicht der Ventilnadel 5, bei dem die Anordnung der Flächenanschliffe 37 deutlich wird. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind vier Flächenanschliffe 37 auf der zweiten Konusfläche 22 angeordnet, die von der Ringnut 25 bis zur Stirnfläche 32 reichen und für die hydraulische Verbindung sorgen. Die Tiefe der Flächenanschliffe 37 kann variiert werden, wobei sich je nach Größe der Flächenanschliffe 37 der tragende Teil der zweiten Konusfläche 22 ändert, also der Teil, mit dem die zweite Konusfläche 22 auf dem Ventilsitz 12 aufliegt. Die Anzahl der Flächenanschliffe 37 kann frei gewählt werden, jedoch werden vorteilhafterweise wenigstens zwei Flächenanschliffe 37 vorgesehen sein, die gleichmäßig über den Umfang der zweiten Konusfläche 22 verteilt angeordnet sind, um eine gleichmäßi-

ge Verteilung der Anpresskräfte der Ventilnadel 5 auf dem Ventilsitz 12 zu erreichen.

5 In Figur 9 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel dargestellt, wobei der Ventilkörper 1 im Bereich des Ventilsitzes 12 verschieden zu den vorher gezeigten Ausführungsbeispielen ausgebildet ist. An den konischen Ventilsitz 12 schließt sich brennraumseitig ein Sackvolumen 40 an, wobei am Übergang des konischen Ventilsitzes 12 zum Sackvolumen 40 eine Übergangs-
10 kante 42 ausgebildet ist. Die Nuten 38 sind so weit in Richtung des Sackvolumens 40 geführt, dass ihr Ende wenigstens bis zur Übergangskante 42 reicht. Neben der Entdrosselung der Ringnut 25 im Teilhubbereich haben die Nuten 38 hier die Wirkung, dass auch die Drosselung beim Einlauf in das Sack-
15 volumen 40 im Bereich der Übergangskante 42 entdrosselt wird. Dadurch strömt der Kraftstoff bei voll geöffneter Ventilnadel 5 mit geringeren Verlusten in das Sackvolumen 40, so dass eine Einspritzung mit höheren Drücken durch die vom Sackvolumen 40 abführenden Einspritzöffnungen 14 erfolgt.

20 Die Anzahl der über den Umfang der Ventilnadel 5 angeordneten Nuten 38 bemisst sich nach dem gewünschten Querschnitt. Als vorteilhaft hat sich hierbei erwiesen, wenigstens acht Nuten über den Umfang der zweiten Konusfläche 22 verteilt
25 auszubilden. Es kann aber auch vorgesehen sein, deutlich mehr Nuten 38 auszubilden und diese dafür mit einer entsprechend geringeren Tiefe auszubilden.

30 Figur 10 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Kraftstoffeinspritzventils. Die Ventilnadel 5 weist hierbei keine Ausnehmungen auf der Ventildichtfläche 10 auf, statt dessen sind Ausnehmungen 35 auf dem Ventilsitz 12 ausgebildet. Die Ausnehmungen 35 sind hier als Nuten 38 ausgebildet, deren brennraumabgewandtes Ende auf Höhe der Ringnut 25 liegt und
35 die bis zu einem brennraumseitig zur Ringnut 25 gelegenen

Abschnitt des Ventilsitzes 12 reichen. Die Nuten 38 sind hier so ausgebildet, dass sie die Einspritzöffnungen 11, die vom Ventilsitz 12 ausgehen, nicht schneiden. Figur 11 zeigt einen Querschnitt durch Figur 10 entlang der Linie B-B, wobei die Ventilnadel 5 hier weggelassen wurde. Es sind die Nuten 38 erkennbar, die abwechselnd mit den Einspritzöffnungen 11 über den Ventilsitz 12 verteilt angeordnet sind. Hier sind exemplarisch jeweils drei Einspritzöffnungen 11 und Nuten 38 gezeigt, jedoch kann auch jede andere Anzahl vorgesehen sein. Durch diese Ausbildung der Nuten 38 werden die Einlaufverhältnisse der Einspritzöffnungen 11 gegenüber den bekannten Kraftstoffeinspritzventilen nicht verändert, so dass hier keine neue Abstimmung vorgenommen werden muss.

In Figur 12 ist dieselbe Ansicht wie in Figur 10 eines weiteren Ausführungsbeispiels dargestellt, wobei die Nuten 38 hier nicht zwischen den Einspritzöffnungen 11 verlaufen, sondern über diese hinweg. Dies bringt einen weiteren Vorteil mit sich: Aufgrund einer leichten Fehlstellung der Ventilnadel 5 kann es beim Betrieb des Kraftstoffeinspritzventils vorkommen, dass die Ventilnadel 5 leicht desachsiert ist und dadurch den Zulauf von Kraftstoff zu einer oder mehrerer Einspritzöffnungen 11 behindert, während der Spalt zwischen Ventildichtfläche 10 und Ventilsitz 12 bei den übrigen Einspritzöffnungen 11 zu groß ist. Die Folge ist eine ungleichmäßige Einspritzung und damit eine ungleichmäßige Kraftstoffverteilung im Brennraum. Durch die Anordnung der Nuten 38 wird jeder Einspritzöffnung 11 gezielt Kraftstoff zu geführt, so dass eine Desachsierung der Ventilnadel 5 ohne wesentliche Wirkung auf die Mengenverteilung des Kraftstoffs zwischen den Einspritzöffnungen 11 bleibt. Figur 13 zeigt eine perspektivische Ansicht des Ventilkörpers 1 ohne Ventilnadel 5, so dass der Verlauf der Nuten 38 auf dem Ventilsitz 12 besser ersichtlich ist.

In Figur 14 ist dieselbe Ansicht wie in Figur 9 gezeigt, also ein Kraftstoffeinspritzventil, bei dem sich an den Ventilsitz ein Sackvolumen 40 anschließt. Die Ausnehmungen 35 sind hier ebenfalls als Nuten 38 im Ventilsitz 12 ausgebildet, die bis zur Übergangskante 42 des konischen Ventilsitzes 12 zum Sackvolumen 40 reichen. Dies hat auch hier zusätzlich die Wirkung, dass die Drosselung des Kraftstoffstroms an der Übergangskante 42 beim Einfließen in das Sackvolumen 40 gemindert wird.

Es kann auch vorgesehen sein, dass sowohl an der Ventildichtfläche 10 als auch am Ventilsitz 12 Ausnehmungen 35 ausgebildet sind, die eine entsprechende hydraulische Entlastung der Ringnut 25 im Teilhubbereich bewirken. Es sind dabei beliebige Kombinationen der in den in den Figuren 2 bis 8 gezeigten Ausführungsbeispielen mit denen der Figuren 9 bis 13 möglich. Der gesamte Durchflussquerschnitt kann so auf die Ausnehmungen 35 an diesen Flächen aufgeteilt werden, was eine geringere Tiefe der einzelnen Ausnehmungen 35 bei gleichem Durchflussquerschnitt ermöglicht.

Die Ausnehmungen 35 lassen sich besonders vorteilhaft mittels eines Lasers herstellen. Mit diesem kann sowohl eine rauhe Fläche, wie es Figur 2 zeigt, ausgebildet werden, als auch beliebige Formen und Tiefen der Nuten 38.

5

Ansprüche

- 10 1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Ventilkörper (1), in dem eine Bohrung (3) ausgebildet ist, die an ihrem brennraumseitigen Ende von einem konischen Ventilsitz (12) begrenzt wird, und mit einer kolbenförmigen Ventilnadel (5), die in der Bohrung (3) längsverschiebbar angeordnet ist und die an ihrem brennraumseitigen Ende eine Ventildichtfläche (10) aufweist,
- 15 die zwei Konusflächen (20; 22) umfasst, wobei die zweite Konusfläche (22) brennraumseitig zur ersten Konusfläche (20) angeordnet ist und zwischen den Konusflächen (20; 22) eine Ringnut (25) verläuft, deren brennraumabgewandte Kante bei Anlage der Ventildichtfläche (10) am Ventilsitz (12) als Dichtkante (27) wirkt, **dadurch gekennzeichnet,**
- 20 dass an der Ventildichtfläche (10) Ausnehmungen (35) ausgebildet sind, die die Ringnut (25) mit einem brennraumseitig zur Ringnut (25) gelegenen Abschnitt der zweiten Konusfläche (22) hydraulisch verbinden.
- 25 2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmungen (35) als eine Aufrauung der Ventildichtfläche (10) ausgebildet sind.
- 30 3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmungen (35) als Flächenanschliffe (37) ausgebildet sind.

4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmungen (35) als eine Vielzahl von Nuten (38) ausgebildet sind.
- 5 5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich an die Ventildichtfläche (10) brennraumseitig ein Sackvolumen (40) anschließt, von dem wenigstens eine Einspritzöffnung (11) abgeht, wobei die Ausnehmungen (35) wenigstens bis zur Übergangskante (42) zwischen dem Sackvolumen (40) und dem Ventilsitz (12) reichen.
10
6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass alle Nuten (38) in derselben Radialebene der Ventilnadel (5) beginnen und von dort in Richtung des Brennraums führen.
- 15 7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (38) unterschiedliche Längen aufweisen.
8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (38) über die Einspritzöffnungen (11) hinausgehen.
20
9. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, 6, 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das brennraumabgewandte Ende der Nuten (38) innerhalb der Ringnut (25) liegt.
10. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (38) Mikronuten sind, deren
25 Tiefe (t) weniger als 50 µm beträgt.

11. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (38) eine Breite (b) von 5 µm bis 50 µm aufweisen.
- 5 12. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (38) gerade ausgebildet sind und entlang der Mantellinien der zweiten Konusfläche (22) verlaufen.
- 10 13. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (38) gerade sind und zu den Mantellinien der zweiten Konusfläche (22) geneigt sind.
14. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Tiefe (t) der Nuten (38) das 1- bis 10-fache ihrer Breite (b) beträgt.
- 15 15. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Breite (b) der Nuten (38) von ihrem brennraumabgewandten Ende aus zum Brennraum hin verringert.
16. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (38) S-förmig gebogen sind.
- 20 17. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (38) bis zum brennraumseitigen Ende der Ventilnadel (5) reichen.
- 25 18. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Ventilkörper (1), in dem eine Bohrung (3) ausgebildet ist, die an ihrem brennraumseitigen Ende von einem konischen Ventilsitz (12) begrenzt wird, und mit einer kolbenförmigen Ventilnadel (5), die in der Bohrung (3) längsverschiebbar angeordnet ist und die an ihrem brenn-

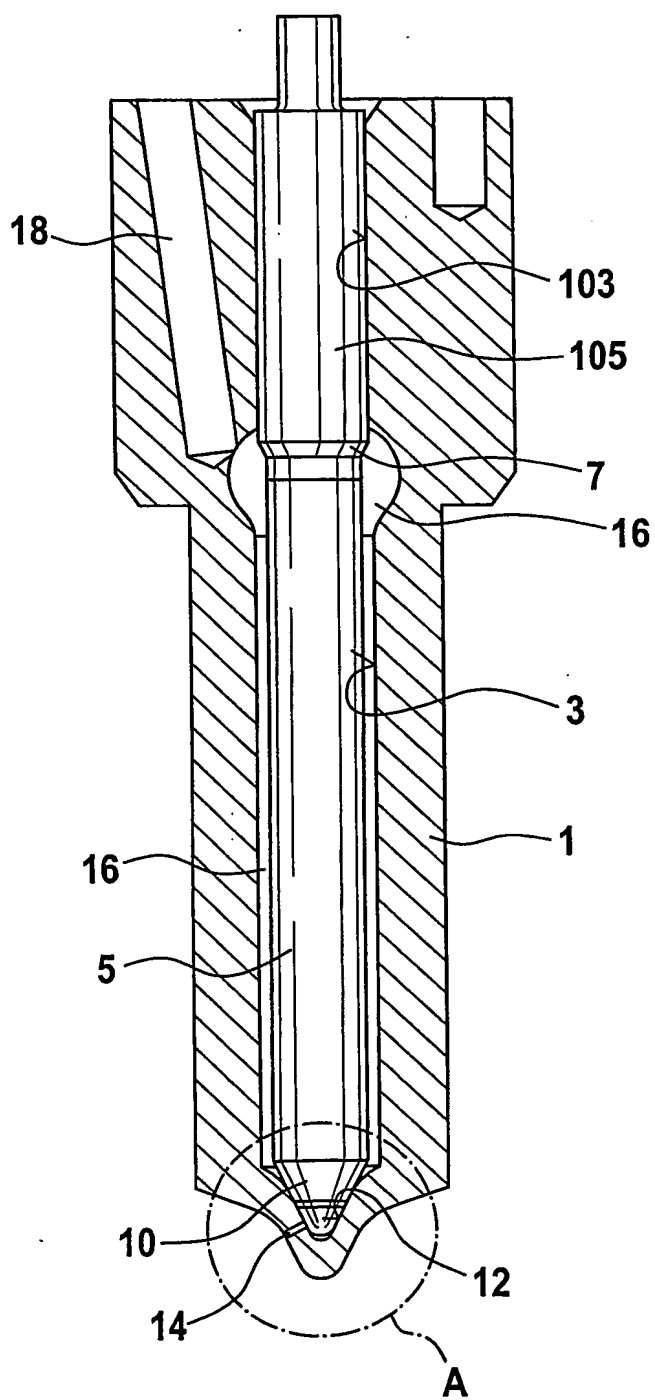
raumseitigen Ende eine Ventildichtfläche (10) aufweist, die zwei Konusflächen (20; 22) umfasst, wobei die zweite Konusfläche (22) brennraumseitig zur ersten Konusfläche (20) angeordnet ist und zwischen den Konusflächen (20; 22) eine Ringnut (25) verläuft, deren brennraumabgewandte Kante bei Anlage der Ventildichtfläche (10) am Ventilsitz (12) als Dichtkante (27) wirkt, **dadurch gekennzeichnet**, dass am Ventilsitz (12) Ausnehmungen (35) ausgebildet sind, die die Ringnut (25) mit einem brennraumseitig zur Ringnut (25) gelegenen Abschnitt des Ventilsitzes (12) hydraulisch verbinden.

19. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmungen (35) als gerade Nuten (38) ausgebildet sind.
20. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass vom Ventilsitz (12) Einspritzöffnungen (11) abgehen und die Nuten (38) bis zur Höhe dieser Einspritzöffnungen (11) reichen.
21. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (38) zwischen den Einspritzöffnungen (11) verlaufen.
22. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (38) über die Einspritzöffnungen (11) verlaufen.
23. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass sich brennraumseitig an den Ventilsitz (12) ein Sackvolumen (49) anschließt, von dem mehrere Einspritzöffnungen (11) abgehen, wobei im Ventilsitz (12) Nuten (38) ausgebildet sind, die von der Ringnut (25) bis

zur Übergangskante (42) des Ventilsitzes (12) zum Sackvolumen (40) reichen.

24. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmungen (35; 38) mit einem Laserverfahren hergestellt sind.

Fig. 1



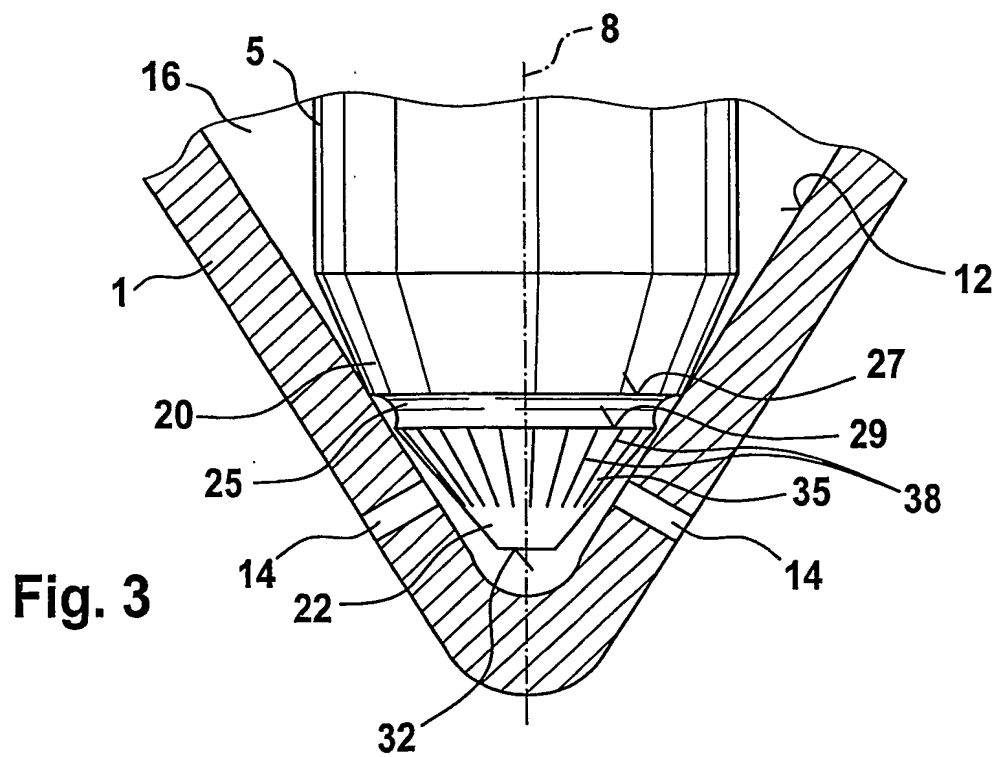
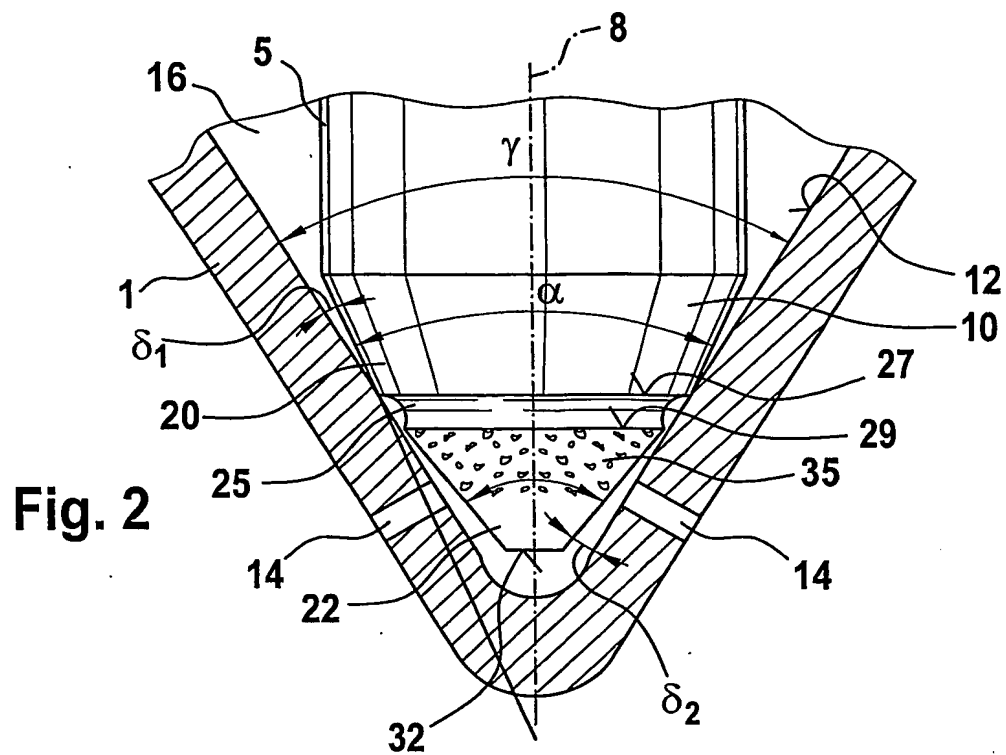


Fig. 4a

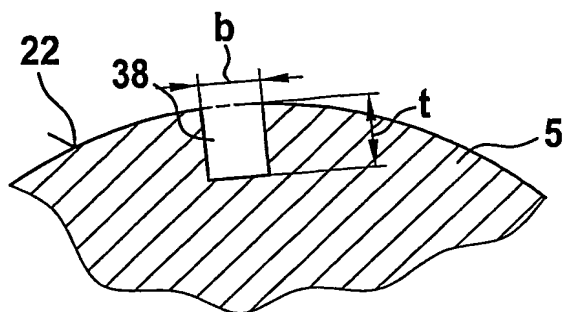


Fig. 4b

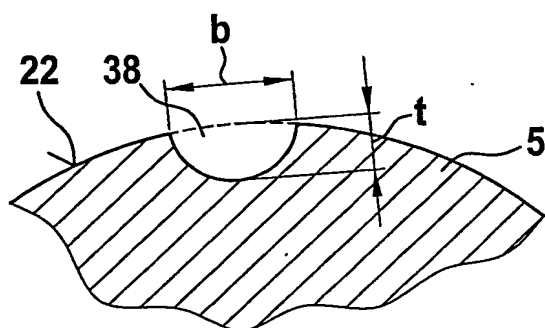
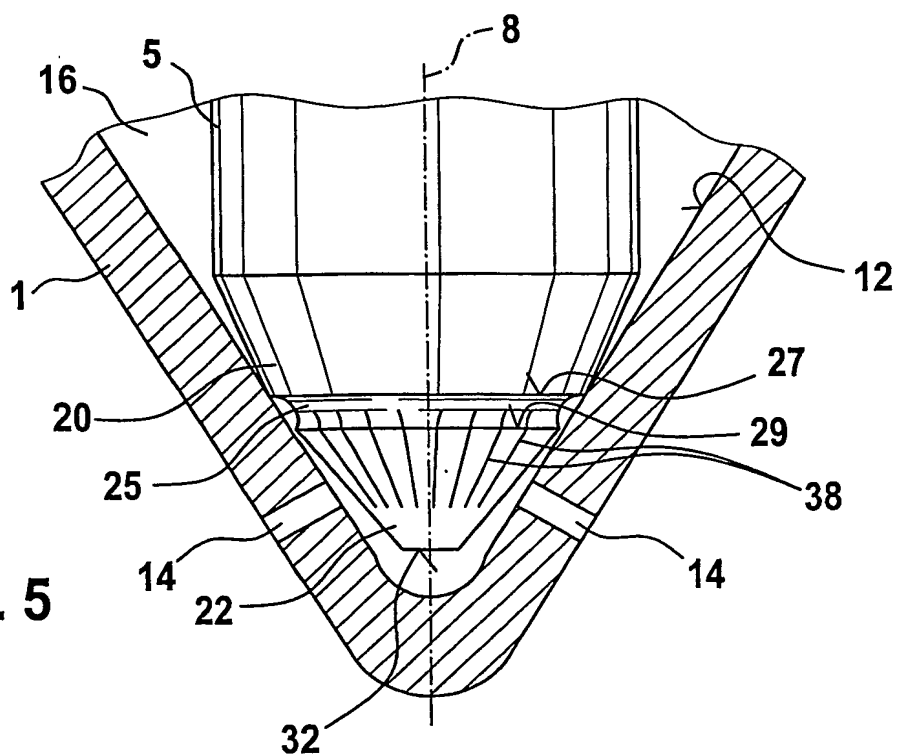


Fig. 5



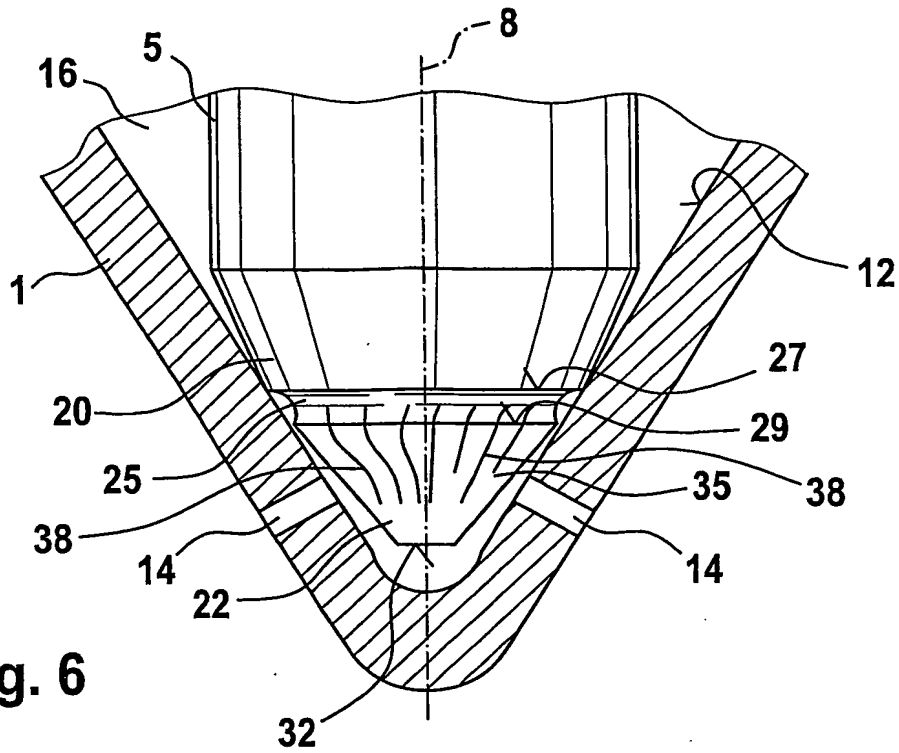


Fig. 6

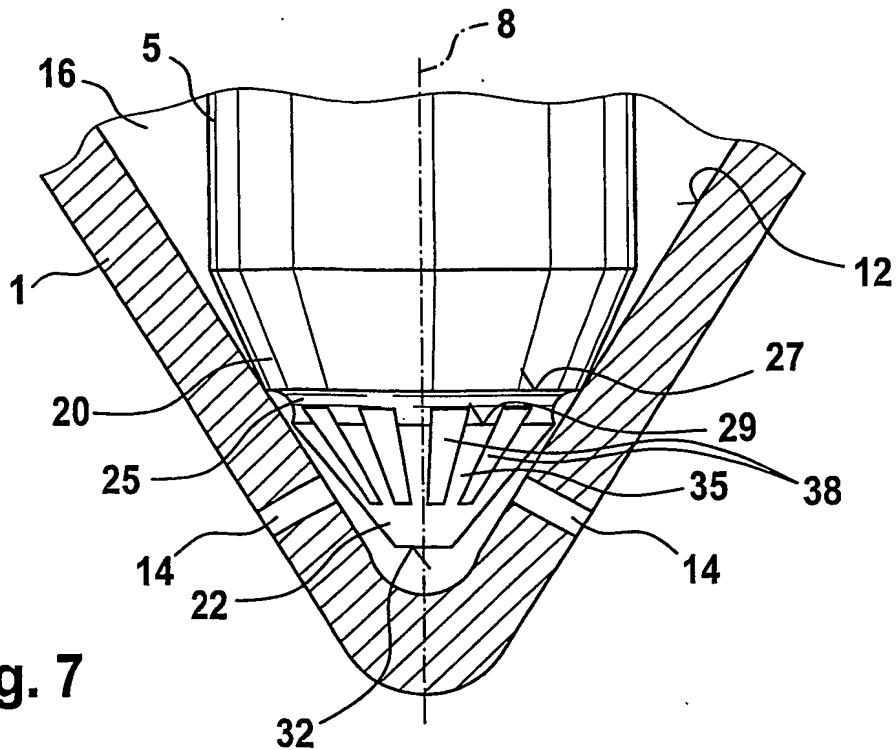


Fig. 7

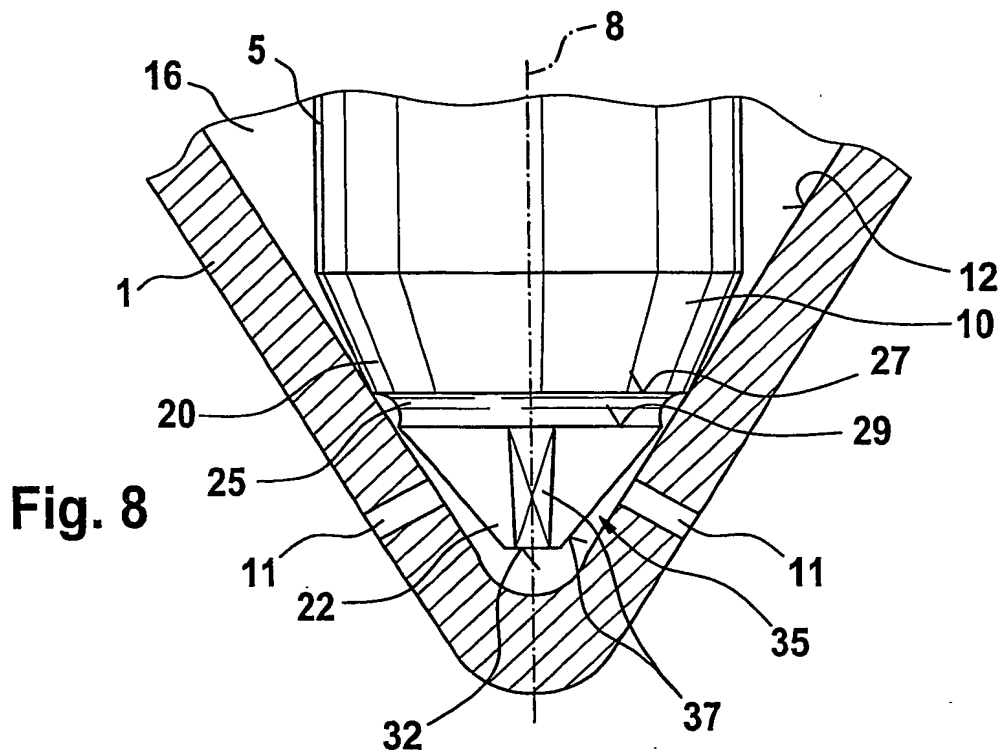


Fig. 8a

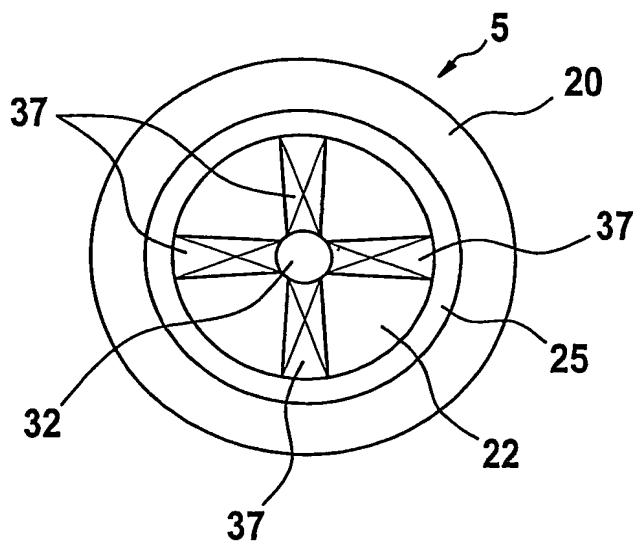


Fig. 9

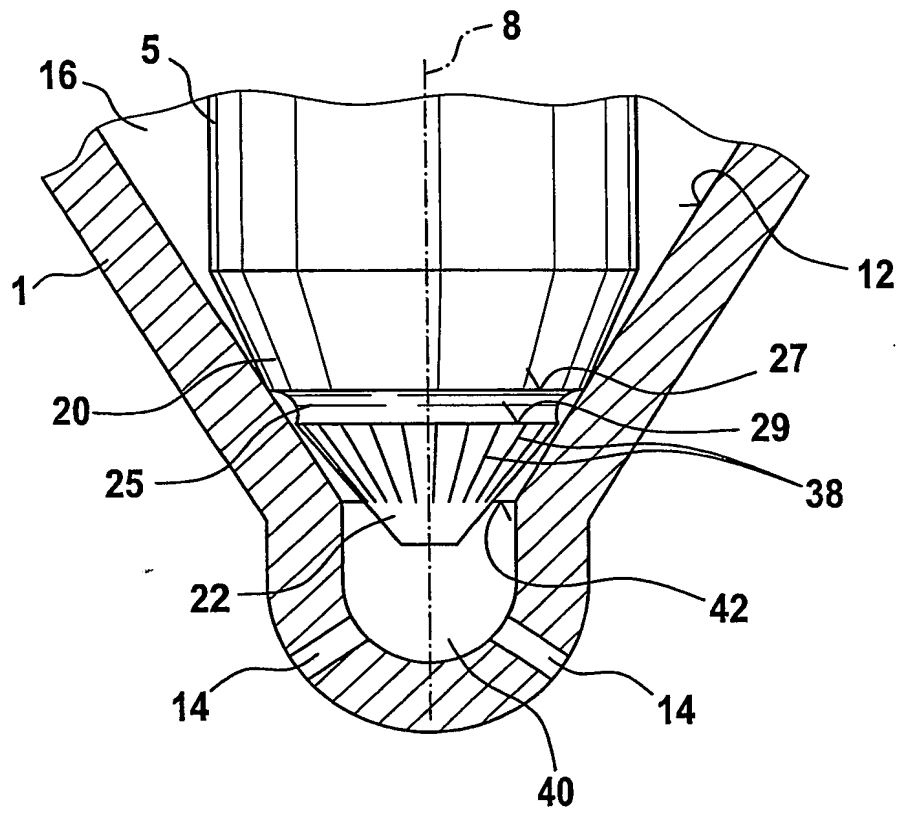


Fig. 10

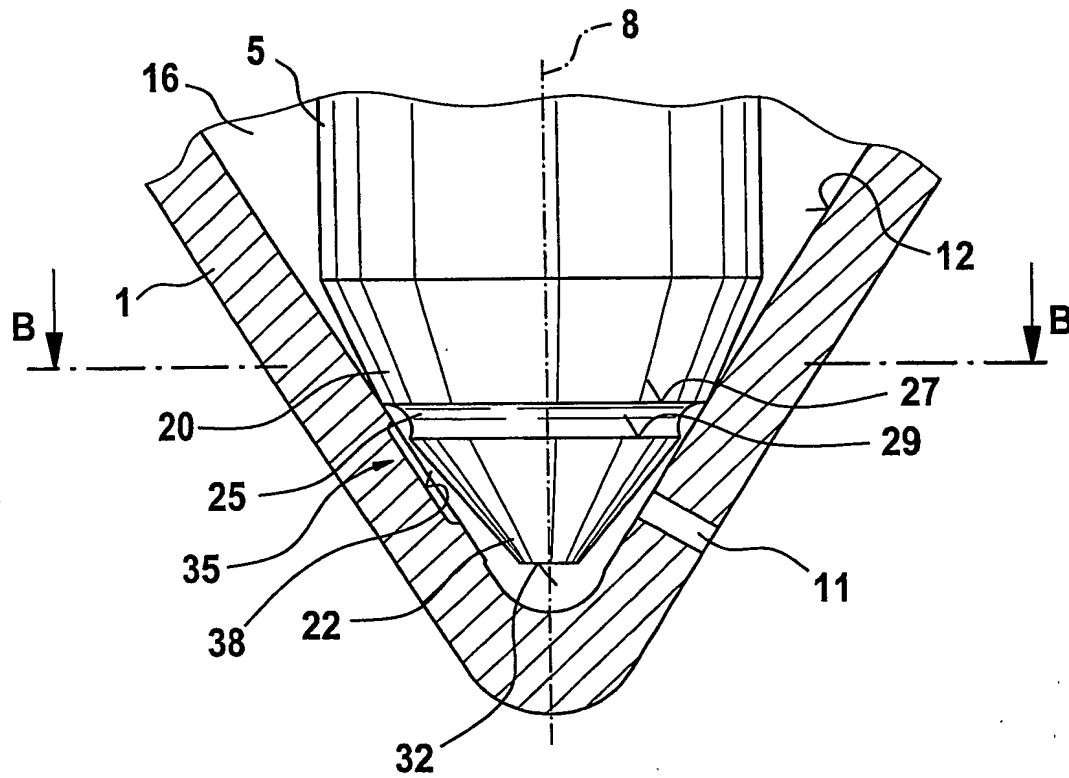


Fig. 11

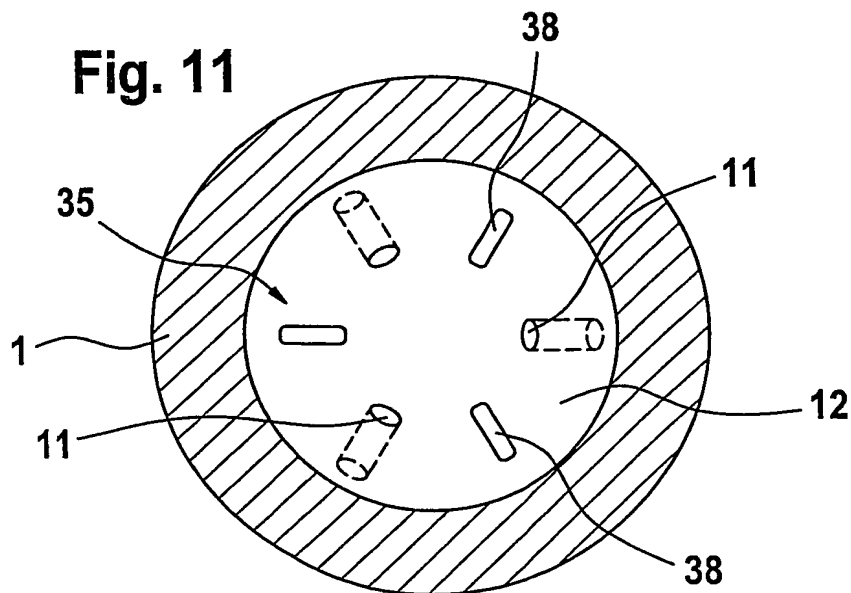


Fig. 12

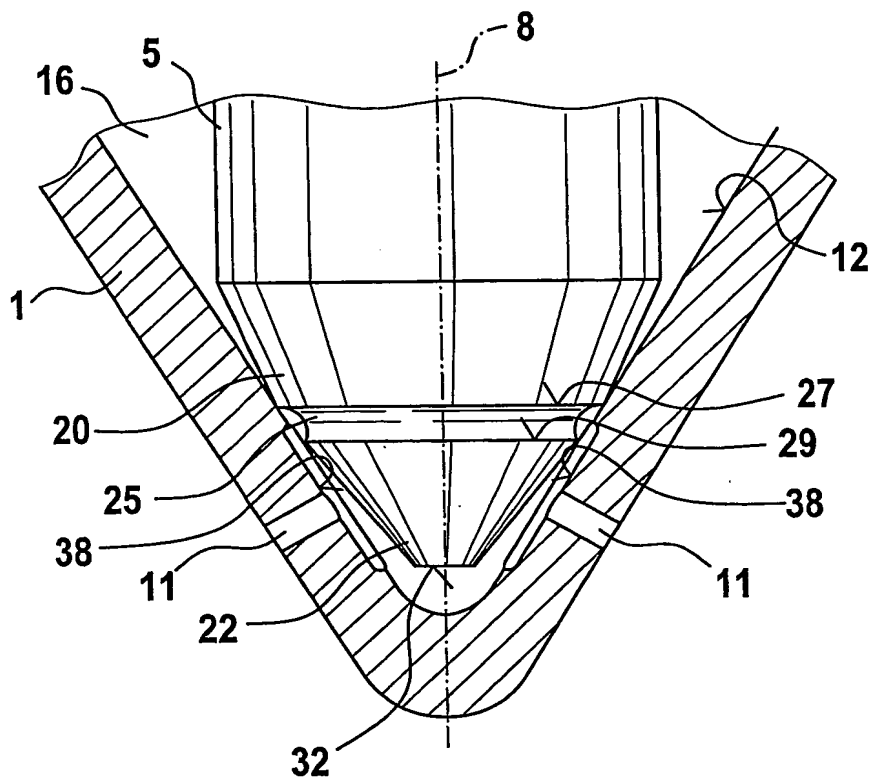


Fig. 13

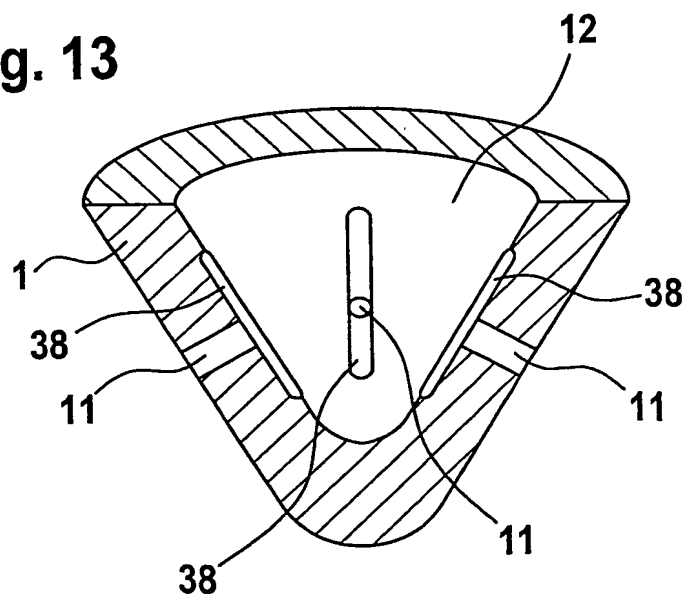
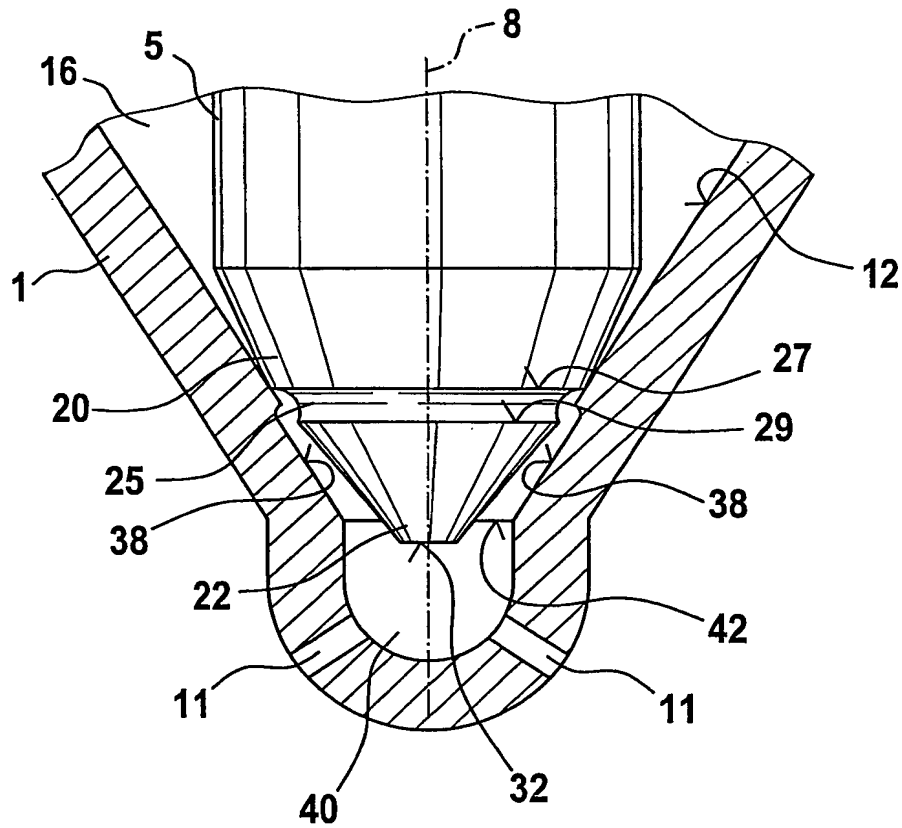


Fig. 14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/01350

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F02M61/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 02 01066 A (BOSCH GMBH ROBERT ;HAUG STEFAN (DE); CHRIST WILHELM (DE); HAEBERER) 3 January 2002 (2002-01-03) page 8, line 20 -page 9, line 5; figure 3 ---	1,4,6,9, 12,13
X	DE 100 00 574 A (BOSCH GMBH ROBERT) 19 July 2001 (2001-07-19) A column 2, line 54 -column 3, line 2; figure 1 ---	1 6,8,9
X	DE 100 20 148 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 16 November 2000 (2000-11-16) A column 14, line 65 -column 15, line 47; figure 15 ---	18,19,22 1,20,21, 23
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 September 2003

Date of mailing of the international search report

06/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kolland, U

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 93/01350

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 2 232 203 A (LUCAS IND PLC) 5 December 1990 (1990-12-05) page 6, line 14 -page 7, line 15; figure 2 ---	1,4-6, 12, 17-19,23
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 12, 3 January 2001 (2001-01-03) & JP 2000 265927 A (TOYOTA MOTOR CORP), 26 September 2000 (2000-09-26) abstract; figure 1 -----	4,6,8,13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DK/01350

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0201066	A	03-01-2002	DE 10031264 A1 BR 0106899 A CN 1383471 T WO 0201066 A1 EP 1198672 A1 US 2002179743 A1	17-01-2002 30-04-2002 04-12-2002 03-01-2002 24-04-2002 05-12-2002
DE 10000574	A	19-07-2001	DE 10000574 A1 BR 0103895 A CN 1358256 T WO 0151806 A1 EP 1163442 A1 JP 2003519758 T PL 349996 A1 US 2003057299 A1	19-07-2001 18-12-2001 10-07-2002 19-07-2001 19-12-2001 24-06-2003 21-10-2002 27-03-2003
DE 10020148	A	16-11-2000	JP 2001012334 A DE 10020148 A1 FR 2792686 A1	16-01-2001 16-11-2000 27-10-2000
GB 2232203	A	05-12-1990	NONE	
JP 2000265927	A	26-09-2000	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen

PCT/13/01350

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02M61/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 02 01066 A (BOSCH GMBH ROBERT ;HAUG STEFAN (DE); CHRIST WILHELM (DE); HAEBERER) 3. Januar 2002 (2002-01-03) Seite 8, Zeile 20 -Seite 9, Zeile 5; Abbildung 3	1,4,6,9, 12,13
X	DE 100 00 574 A (BOSCH GMBH ROBERT) 19. Juli 2001 (2001-07-19)	1
A	Spalte 2, Zeile 54 -Spalte 3, Zeile 2; Abbildung 1	6,8,9
X	DE 100 20 148 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 16. November 2000 (2000-11-16)	18,19,22
A	Spalte 14, Zeile 65 -Spalte 15, Zeile 47; Abbildung 15	1,20,21, 23
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. September 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/10/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kolland, U

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB 2 232 203 A (LUCAS IND PLC) 5. Dezember 1990 (1990-12-05) Seite 6, Zeile 14 -Seite 7, Zeile 15; Abbildung 2 ----	1,4-6, 12, 17-19,23
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 12, 3. Januar 2001 (2001-01-03) & JP 2000 265927 A (TOYOTA MOTOR CORP), 26. September 2000 (2000-09-26) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	4,6,8,13

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0201066 A	03-01-2002	DE 10031264 A1	17-01-2002
		BR 0106899 A	30-04-2002
		CN 1383471 T	04-12-2002
		WO 0201066 A1	03-01-2002
		EP 1198672 A1	24-04-2002
		US 2002179743 A1	05-12-2002
DE 10000574 A	19-07-2001	DE 10000574 A1	19-07-2001
		BR 0103895 A	18-12-2001
		CN 1358256 T	10-07-2002
		WO 0151806 A1	19-07-2001
		EP 1163442 A1	19-12-2001
		JP 2003519758 T	24-06-2003
		PL 349996 A1	21-10-2002
		US 2003057299 A1	27-03-2003
DE 10020148 A	16-11-2000	JP 2001012334 A	16-01-2001
		DE 10020148 A1	16-11-2000
		FR 2792686 A1	27-10-2000
GB 2232203 A	05-12-1990	KEINE	
JP 2000265927 A	26-09-2000	KEINE	